

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-134187

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 3 B 35/20

G 0 6 T 17/00

G 0 9 G 5/36

H 0 4 N 13/02

5 1 0

C 0 6 F 15/62

C 0 3 B 35/20

C 0 9 G 5/36

H 0 4 N 13/02

C 0 6 F 15/62

4 1 5

5 1 0 V

3 5 0 A

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平8-290377

(22) 出願日

平成8年(1996)10月31日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 グレゴリー ハウス

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

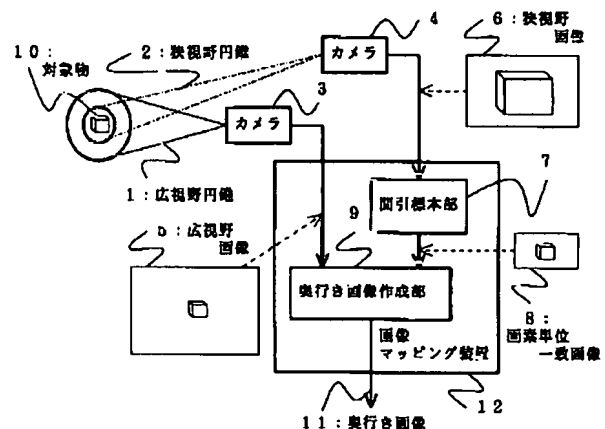
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 三次元構造推定装置

(57) 【要約】

【課題】 広い視野の画像と視野の一部については高い解像度の画像とを提供しつつ、視野内の対象物のより精細な三次元構造を推定することができる三次元構造推定装置を提供することである。

【解決手段】 異なる視野の広視野円錐1、狭視野円錐2を有し異なる解像度の映像を生成するカメラ3、4が出力する広視野画像5、狭視野画像6それぞれをステレオ演算のために一致させるため画像を変換する変換部として、狭視野画像6の画素を間引きして画素単位を一致させた画素単位一致画像8を生成出力する間引標本部7と、一致された広視野画像5および画素単位一致画像8を入力して直接比較し映像の奥行きを演算して奥行き画像11を作成出力する奥行き画像作成部9とを備えている。更に、間引標本部が少移動毎に画素の一致した複数の画像を生成することにより、奥行きをより精細に推定することができる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 画像上の物体までの奥行き距離を計測し奥行き画像として出力する三次元構造推定装置において、それぞれ異なる視野を有する複数のカメラと、これら複数のカメラが出力する画像から対応する画素単位の大きさを一致させる変換手段と、画素単位の大きさを一致させた画像を比較して画像上の物体の奥行き距離を演算し奥行き画像を作成して出力する奥行き画像作成部とを備えることを特徴とする三次元構造推定装置。

【請求項2】 画像上の物体までの奥行き距離を計測し奥行き画像として出力する三次元構造推定装置において、それぞれ異なる解像度を有する画像を生成する複数のカメラと、これら複数のカメラから出力する画像から画像の画素単位の大きさを一致させる変換手段と、解像度を一致させた画像を比較して画像上の物体までの奥行き距離を演算し奥行き画像を作成して出力する奥行き画像作成部とを備えることを特徴とする三次元構造推定装置。

【請求項3】 請求項2において、更にそれぞれ異なる視野を有する複数のカメラを備え、前記変換手段に代わりにこれらのカメラの画像も含め画像の画素単位を一致させる変換手段を備えることを特徴とする三次元構造推定装置。

【請求項4】 画像上の物体までの奥行き距離を計測し奥行き画像として出力する三次元構造推定装置において、それぞれ異なった視野を有する画像を生成する複数のカメラと、これら複数のカメラで生成された画像を異なる平行移動量により画像の画素単位の大きさを一致させる変換手段と、画素単位の大きさを一致させた画像を比較して画像上の物体の奥行き距離を演算し、奥行き画像を作成して出力する奥行き画像作成手段とを備えることを特徴とする三次元構造推定装置。

【請求項5】 画像上の物体までの奥行き距離を計測し奥行き画像として出力する三次元構造推定装置において、それぞれ異なった解像度を有する画像を生成する複数のカメラと、これら複数のカメラで生成された画像を異なる平行移動量により画像の画素単位の大きさを一致させる変換手段と、画素単位の大きさを一致させた画像を比較して画像上の物体の奥行き距離を演算し奥行き画像を作成して出力する奥行き画像作成手段とを備えることを特徴とする三次元構造推定装置。

【請求項6】 請求項5において、更にそれぞれ異なる視野を有する複数のカメラを備え、前記変換手段の代わりにこれらのカメラの画像も含め画像の画素単位を一致させる変換手段を備えることを特徴とする三次元構造推定装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータビジョンの分野における画像上の物体までの奥行き距離を推

定する応用分野で、物体の監視、自動運転手段、ロボットオートメーションなどのような分野を含む、画像上の物体の奥行き距離を計測し奥行き画像として出力する三次元構造推定装置に関し、特に、広い視野と精度良い奥行き推定と共に、視野の一部について高い解像度の画像を提供することができる三次元構造推定装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】コンピュータビジョンの分野では、二次元画像から三次元情報を得る方法として、ステレオ法がよく利用される。それは、対となった二次元画像から立体情報を得るための有用な手法であり、例えば、M. Okutomi及びT. Kanadeにより発表された「A multiple-baseline stereo, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 15(4):353-363, April 1993.」(参照文献1)に記載されているものがある。この参照文献1による手法は、他のステレオ法と比較して比較的短い計算時間で処理可能なように考えられている。

【0003】従来のステレオ法による三次元構造推定装置における代表的な構成を図6に示す。

【0004】図6において、二つの同一の視野を有するカメラ600、601は一本のベースライン602上に距離を隔てて置かれている。カメラ600、601それぞれの光軸603、604は、太線で図示されるように一点で交差しているものとする。

【0005】また、カメラ600から見える視野範囲605を破線で示す。この破線の開口角をカメラ600の視野と定義する。同様にカメラ601の視野範囲606の開口角がカメラ601の視野である。ステレオ位置のカメラ600、601それぞれの視野範囲605、606に囲まれる領域において、対をなすカメラ600、601の位置から物体表面上の点がどの方向に観測されるかという、三角測量の原理に基づいている。

【0006】ステレオ法は、現在も継続的に研究され続けており、例えば、A. LuoおよびH. Burkardtによる「An intensity-based cooperative bidirectional stereo matching with simultaneous detection of discontinuities and occlusions, International Journal of Computer Vision, 15:171-188, 1995.」(参照文献2)などがある。

【0007】基本となるステレオ法では、異なるカメラ画像上において三次元空間上の同一点である地点がそれぞれどの座標位置に対応しているかを、画像の特徴およびパターン分布の適当な一致度に基づいて探索する。ここで、三次元空間上の同一点に対応する画像上の地点が

どの程度ずれているかを計測し、カメラそれぞれの位置と向いている方向とを合わせて奥行き距離を計算する。また、この画像上での位置のずれ量をディスパリティと定義する。

【0008】従来の各種ステレオ法の特徴としては、三次元空間上の同一点に対応する地点を探索する際に用いられる量（輝度、エッジ、テクスチャなど）のバリエーション、相互のカメラでは物体により隠されて見ることができない領域の取扱い、またはよく似たパターンが周期的に現れる画像の取扱いなどが挙げられる。

【0009】隠されて見ることができない領域の取扱いについては、例えば、D. Geiber、B. LandendorffおよびA. Yuilleにより発表された「Occlusions and binocular stereo, International Journal of Computer Vision, 14:211-226, 1995.」（参照文献3）に記載がある。

【0010】また、ステレオ法に用いられるハードウェア構成には、余りバリエーションはない。

【0011】まず、1番目としては、使用するカメラの数を標準の二台から三台以上へと増やす構成がある。この技術は、例えば、S. B. Kang、J. Webb、C. Zitnick、およびT. Kanadeによる「An active multibaseline stereo system with real-time image acquisition, In Image Understanding workshop, pages 1325-1335, 1994.」（参照文献4）で発表されている。

【0012】なお、この構成で異なるアルゴリズムを提唱している技術としては、例えば、I. J. Coxによる「A maximum likelihood camera stereo algorithm, In International Conference on Pattern Recognition, pages 437-443, 1994.」（参照文献5）が発表されている。

【0013】2番目としては、複数の反射鏡を使用して時間的または空間的に異なる複数の画像を多重化することによって単一のカメラだけでステレオ法が適用可能になっている構成が挙げられる。この技術としては、W. TeohおよびX. D. Zhangによる「An inexpensive stereoscopic vision system for robots, In Proc. Int. Conf. Robotics, pages 186-189, 1984.」（参照文献6）、並びにY. NishimotoおよびY. Shiraiによる「An active multibaseline stereo system with r

real-time image acquisition, In Proc. Computer Vision and Pattern Recognition, pages 524-531, 1987.」（参照文献7）がある。

【0014】また、反射鏡によって二つの位置からの画像を多重化して一つのカメラに入射させる手法としては、例えば、A. GoshtasbyおよびW. A. Gruverによる「Design of a single-lens stereocamera system, Pattern Recognition, 26(6):923-937, 1993.」（参照文献8）に記載がある。

【0015】3番目としては、広い視野を持つ三次元構造推定装置を構成するために、魚眼レンズを装着したカメラを利用する構成がある。この技術は、例えば、S. ShshおよびJ. K. Aggarwalによる「Depth estimation using stereo fish-eye lenses, In Proc. of IEEE International Conference, pages 3422-3427, Robotics and Automation, 1994.」（参照文献9）に記載されている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】ステレオ法においては、物体表面上の各点が、複数の画像上において、類似していることが必要である。このため、従来の方式では、同一レンズを装着した同じ形式の二つ以上のカメラを比較的近くに配置することにより、出力画像が大きく異なることがないように工夫している。

【0017】したがって、結果として得られる映像は同一の解像度を持っている。また、カメラの視線方向や位置があまり変わらないため、単一のカメラで撮影された画像を処理する観点からみると、画像の相違は比較的小さく、画像に含まれる情報は非常に冗長となっている。このことから追加されるカメラは、ステレオ法によって用いられる情報のみを提供することになるので、無駄が大きいと考えることができる。

【0018】上述した従来の三次元構造推定装置のうち、図6中において、ステレオ対をなすステレオのカメラ600、601がそれぞれ狭い視野しか持たない場合では、幅広い奥行き距離範囲内に置かれた対象物の測定が困難である。その理由は、カメラ600、601それぞれの視野範囲605、606が重なり合う比較的小さな空間（図6では太い破線で囲まれた空間）となる共通視野領域607でのみ両方のカメラにより対象物が撮影可能であるためである。

【0019】この問題点については、D. H. BallardおよびC. M. Brownによる「Principles of animate vision, C

VGIP Image Understanding, 56(1):3-21, July 1992.」(参照文献10)で述べられている。

【0020】また、カメラ600, 601それぞれの視野範囲605, 606が重なり合う共通視野領域607は、図6に示されるように、ベースライン602から最も近い交差部分までの奥行き最短距離608と、最も遠い交差部分までの奥行き最長距離610との間までの大きな距離範囲をカバーしているように見える。しかし計測する対象物は、通常ある大きさを持っているので、一度の画像撮影でできるだけ広い範囲の三次元構造を推定するためには、最大幅距離609付近に物体が存在する場合が最も効率的である。

【0021】この問題を解決する方法として、カメラ間の相対角度を増減することによって最大幅距離609を調整することが可能なステレオシステムが考えられる。その相対角度の変化は、例えば、各カメラ基部に対する電気制御によるモータを用いて機械的に制御することによって実現できる。しかし、これでは、機械的に複雑になると共にカメラの位置に誤差が生じてしまうという問題点がある。

【0022】物体の三次元的位置を計算する際にカメラ位置情報を利用するために、カメラ位置に誤差が含まれると計測精度が悪化してしまう。

【0023】一方、対をなすステレオのカメラ600, 601がそれぞれ広い視野を持っている場合では広い測定範囲を有することになるが、画像上の単位画素あたりに対応する物体表面上の面積が広がってしまうために解像度が落ち、奥行き距離の計測時の精度が犠牲になる。

【0024】以上のように、視野の広さと高い解像度または計測精度との間はトレードオフの関係にあり、従来法では両立は困難であった。

【0025】本発明の課題は、上記問題点を解決して、広い視野と、精度の高い奥行き推定および高い解像度の画像取得とを両立できる三次元構造推定装置を提供することである。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明による三次元構造推定装置の第1の手段では、画像上の物体までの奥行き距離を計測し奥行き画像として出力する三次元構造推定装置において、それぞれ異なる視野を有する複数のカメラと、これら複数のカメラが出力する画像から対応する画素単位大きさを一致させる変換手段と、画素単位大きさを一致させた画像を比較して画像上の物体の奥行き距離を演算し奥行き画像を作成して出力する奥行き画像作成部とを備えている。

【0027】また、三次元構造推定装置の第2の手段では、上記第1の手段の視野が異なるカメラの代わりに、解像度が異なる複数のカメラを利用するものである。

【0028】また、第3の手段では、上記第1の手段による視野が異なる複数のカメラと第2の手段による解像度が異なる複数のカメラと双方を備えるものである。

【0029】上記第1から第3までの手段では、視野の異なる複数のカメラにより共通視野領域が広がり、また、解像度の異なる複数のカメラにより例えば中央領域で密度の高い情報が得られる一方、周辺については密度は低い広い範囲の情報が得られる。

【0030】また、本発明による三次元構造推定装置の第4の手段では、画像上の物体までの奥行き距離を計測し奥行き画像として出力する三次元構造推定装置において、それぞれ異なった視野を有する画像を生成する複数のカメラと、これら複数のカメラで生成された画像を異なる平行移動量により繰返し平行に移動しながら画像の画素単位大きさを一致させる変換手段と、画素単位大きさを一致させた画像を比較して画像上の物体の奥行き距離を演算し奥行き画像を作成して出力する奥行き画像作成手段とを備えている。

【0031】また、三次元構造推定装置の第5の手段では、上記第4の手段の視野が異なるカメラの代わりに、解像度が異なる複数のカメラを利用するものである。

【0032】また、第6の手段では、上記第4の手段による視野が異なる複数のカメラと第5の手段による解像度が異なる複数のカメラと双方を備えるものである。

【0033】上記第4から第6までの手段では、画素単位大きさの対応を詳細に調べることにより、上記第1から第3までの手段で発揮する以上に精度の高い奥行き距離が得られる。

【0034】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0035】本発明による三次元構造推定装置では、異なる視野および異なる解像度の少なくとも一方により画像を生成する複数のカメラが用いられている。

【0036】図1は本発明の実施の一形態を示すブロック図である。

【0037】図1に示されるように、三次元構造推定装置では、広い視野の広視野円錐1をもつカメラ3と狭い視野の狭視野円錐2をもつカメラ4とが備えられており、かつ、それぞれの視野が視野内に対象物10を捕えることができるよう設定されているものとする。二つのカメラ3, 4それぞれの視野が異なるため、カメラ3, 4それぞれから出力された広視野画像5および狭視野画像6それぞれの大きさは異なっている。

【0038】したがって、カメラ3とカメラ4との解像度が同じであると仮定すると、広い視野のカメラ3により生成される広視野画像5では、狭い視野のカメラ4により生成される狭視野画像6と比較して対象物が小さく、広視野画像5は狭視野画像6より低解像度の画像となる。

【0039】これら広視野画像5および狭視野画像6を入力して奥行き画像を出力する画像マッピング装置には、対応する画素単位の大きさを一致させる変換手段として奥行き画像作成部に入力する画素単位一致画像を生成する間引標本部（図1参照）または映像補間部（図4参照）が備えられている。

【0040】従来のステレオ法は画素単位の異なる画像には向いていないので、高解像度の狭視野画像6と低解像度の広視野画像5とは解像度を一致させるように変換手段である間引標本部または映像補間部で縮小または拡大された画素単位一致画像として奥行き画像作成部へ入力される。奥行き画像作成部は、この縮小または拡大された画素単位一致画像と広視野画像5または狭視野画像6とを標準ステレオ法を用いて処理し、各画素毎の奥行き距離を画像に形成した奥行き画像を生成し出力する。

【0041】標準のステレオ画像入力システムは、非常に冗長度のある画像対を、同一の視野および解像度をもつ複数のカメラを用いて取得する。しかし、本発明では、相違する解像度を有する画像を取得するために、異なる視野をもつように調整されたレンズとカメラ本体とが用いられている。

【0042】したがって、ステレオ処理だけに必要となる解像度を変えることにより、画像情報の冗長度を下げながら広い視野と幅広い奥行き測定可能な範囲とが実現されている。

【0043】次に、図2を参照し、本発明の第1の手段

$$\theta_v = (\theta_w - \theta_n) / 2 \quad (1)$$

また、視野境界線206、208が交差する地点が、ステレオ法が適用可能な最も近い位置である取込最短距離210であり、この地点から無限遠まで奥行き推定が可能となる。

【0048】本発明による異なった視野を持つカメラを用いる三次元構造推定装置は、従来の同質なカメラを用いる手法と比較して、以下に述べる利点を持っている。

【0049】第一に、従来と比較して非常に広い奥行き範囲にわたってステレオ法が適用可能となるため、測定対象となる物体の奥行き位置によってカメラの向きをいちいち変更する必要がなくなる点を挙げることができる。また、測定対象となる物体が共通視野領域209を外れた場合でも、二つのカメラの相対位置を固定したまま、全体で回転することで対応することが可能であるために、個々のカメラ位置は変動せず、したがって、奥行き推定精度は影響を受けることがない。また、広視野カメラ200の視野境界線5と、狭視野カメラ201の視野境界線207との先端方向が開いてさえいれば無限遠まで共通視野領域が広がるため、カメラの設定が容易である。

【0050】第二に、図2では、二つのカメラだけでステレオ法を適用することによる奥行き情報に加え、広視野で画素単位あたりの実空間上での対応する大きさが大

に対応する異なる視野を持つ複数のカメラ構成について説明する。

【0044】図2に示したように、異なる広さの視野を持つ二つのカメラ、広視野カメラ200と狭視野カメラ201とが、ベースライン202上に、ある距離をおいて設置されている。

【0045】広視野カメラ200は、視野境界線205、206により挟まれる広い視野角 $\theta_w$ の視野をもっている。また、狭視野カメラ201は、視野境界線207、208により挟まれる狭い視野角 $\theta_n$ の視野をもっている。図2でハッチングにより示した広視野カメラ200の視野と狭視野カメラ201の視野とに共通な視野領域となる共通視野領域209がステレオ法による奥行き推定の可能な領域となる。

【0046】共通視野領域209は、広視野カメラ200の視野境界線205と狭視野カメラ201の視野境界線207との先端方向が開いている場合、無限遠まで続くことになる。更に、両視野境界線205、207が平行である場合に、共通視野領域209は最も大きくなる。すなわち、二つのカメラ200、201それぞれの光軸203、204の間の交差角を“ $\theta_v$ ”とした場合、広い視野角 $\theta_w$ と狭い視野角 $\theta_n$ との間で次の式（1）に示される関係を満たすように配置することにより、共通視野領域209を最大にすることができる。

【0047】

きな画像と、狭視野で対応する大きさが小さな画像との双方を得ることができる。そのためできるだけ少ないカメラ数で奥行き情報以外も含む、様々な情報を引き出そうとする際に有利である。例えば、人間の眼では実際に、注視しなければならぬ領域については視覚細胞が密に存在して密度の高い情報を、また周辺については視覚細胞は粗に存在して密度は低い広い範囲にわたった情報を得る構造となっているのと同様な構成にすることが可能となる。

【0051】本発明による第2の手段では、それぞれが異なる解像度を有する画像を生成する複数のカメラを備えている。これは、上記第1の手段において視野が異なるカメラの代わりに、解像度が異なるカメラを利用するものであり、上記第1の手段と同様な機能および効果を持つものである。

【0052】また、第3の手段では上記第1の手段における視野が異なるカメラと、上記第2の手段における解像度が異なるカメラとの双方を備えるものであり、上述同様の機能および効果を持つものである。

【0053】次に、第4の手段について図2を参照して説明する。

【0054】この手段は、図2において、広視野カメラ200で撮影された画素単位の大きさが粗い画像の各画

素位置に対して、狭視野カメラ201で撮影された画素単位の大きさが小さな画像のどの画素が対応するのかを、繰返し平行移動しながら生成する複数の画像と対比して詳細に調べるものである。

【0055】従来では同じ解像度の画像を用いていたため、画素単位以上の精度を得ようとすると画素間の輝度値を何等かの補間方法により推測することで代用していた。この場合、推定誤差により十分に精度を上げることができなかったが、本発明の第4の手段により、上記第1から第3までの手段が持つ利点に加えて、より高い精度の奥行き距離を得ることができるようになる。

【0056】第5の手段では、上記第4の手段において視野が異なるカメラの代わりに、解像度が異なるカメラを利用するものであり、上記第4の手段と同様な機能および効果を持つものである。

【0057】また、第6の手段では上記第4の手段における視野が異なるカメラと、上記第5の手段における解像度が異なるカメラとの双方を備えるものであり、上述同様の機能および効果を持つものである。

【0058】

【実施例】図1は、本発明の三次元構造推定装置における実施の一形態を示すブロック図である。以下に、図1に基づいて第一の実施例の構成について説明する。

【0059】三次元構造を推定する対象となる対象物10を、広い視野を持つ広視野のカメラ3が、広視野円錐1内に捕えて撮影し広視野画像5として出力する。同様に対象物10を狭い視野を持つ狭視野のカメラ4が、狭視野円錐2内に捕えて撮影し狭視野画像6として出力する。

【0060】これらカメラ3、4それぞれから出力された広視野画像5および狭視野画像6は、間引標本部7および奥行き画像作成部9を備える画像マッピング装置12へ入力される。

【0061】広視野のカメラ3と狭視野のカメラ4とは視野の広さが異なるため、広視野画像5中での対象物10は、狭視野画像6中での対象物10と比較して小さく撮影されることになる。両画像において画素単位の大きさを揃えるために、狭視野画像6は、間引標本部7へ入力され、画素単位の大きさが一致する画素単位一致画像8として奥行き画像作成部9へ出力される。

【0062】図5は、間引き処理の一例を示す説明図である。図1の間引標本部7では、例えば、広視野画像5と狭視野画像6との画素単位の実際に対応する大きさの比が“1:3”の場合、“3×3”画素に一画素の割合で間引く処理により画素単位の一一致が実現できる。“3×3”画素に一画素の割合で間引く処理は、図5が狭視野画像6の場合、各画素のうち“1”で示されている位置の画素値だけを取出す操作に相当する。

【0063】また、このような間引く処理は、大きさの比が“1:2.5”のように実数となる場合には適切な

補間処理を行なった後に対応画素位置にあたる画素値を取出すことにより実現できる。これにより、広視野画像5および画素単位一致画像8それぞれの中で対象物10は、同じ大きさで撮影されていることになり、従来のステレオ法をそのまま適用することが可能となる。

【0064】広視野画像5および画素単位一致画像8それぞれは奥行き画像作成部9へ入力され、ステレオ法により両画像間で画素毎に対応づけを行なうことによって各画素位置での奥行きを推定し、奥行き画像11として外部へ出力する。

【0065】この構成により、広い視野の画像と、視野の一部について高い解像度の画像とを提供しつつ、視野内の物体の三次元構造を推定することができる。

【0066】次に、第二の実施例について図3の画像マッチング装置300を参照して説明する。

【0067】上記第一の実施例との相違点は、図1で示された広視野画像5および狭視野画像6を入力する画像マッチング装置300が間引標本部301、奥行き画像群作成部303および奥行き選択画像生成部305を備え、奥行き画像群作成部303および奥行き選択画像生成部305が奥行き画像作成手段を構成していることである。

【0068】狭視野カメラで撮影された狭視野画像6は間引標本部301に入力され、間引標本部301が画素単位大きさを一致させると共に少しずつ平行移動しながら間引いた画像群である画素単位一致画像群302を出力する。

【0069】次に、この間引き処理について図5を参照して説明する。図3の間引標本部301では、例えば広視野画像5と狭視野画像6とにおいて、画素単位の実際に対応する大きさの比が“1:3”の場合、“3×3”画素に一画素の割合で平行移動しながら間引く処理により画素単位の一一致が実現できる。“3×3”画素に一画素の割合で間引く処理は、図5が狭視野画像6の場合、各画素のうち“1”、“2”、“3”それぞれで示されている位置の画素値だけを順次取出して三枚の画像を生成する操作に相当する。

【0070】また、このような間引く処理は、大きさの比が“1:2.5”のように実数となる場合には適切な補間処理を行なった後に対応画素位置にあたる画素値を取出すことにより実現できる。

【0071】広視野カメラで撮影された広視野画像5と画素単位一致画像群302とは奥行き画像群作成部303へ入力される。奥行き画像群作成部303は、広視野画像5と画素単位一致画像群302中の各画素単位一致画像との間に対応する画素を探索し、それぞれの対において奥行き画像を生成し奥行き画像群304として奥行き選択画像生成部305へ出力する。

【0072】奥行き画像群304として出力される各奥行き画像の各画素位置毎に、奥行き推定のよさを表わす

指標を付随させておくものとする。この指標は、例えば対応する画素位置の画素値の差分などである。奥行き画像群304は奥行き選択画像生成部305へ入力する。

【0073】奥行き選択画像生成部305は、奥行き画像の各画素位置について、奥行き画像群304で示された複数の奥行き推定のよさを比較し、最もよい推定である奥行きを一つ選択するという操作を全画素について行ない奥行き画像306を生成し出力する。

【0074】この構成により、広い視野の画像と視野の一部について高い解像度の画像とを提供しつつ、視野内の物体のより精細な三次元構造を推定することができる。

【0075】次に、第三の実施例について図4の画像マッチング装置400を参照して説明する。

【0076】上記第一の実施例との相違点は、図1の広視野画像5および狭視野画像6を入力する画像マッチング装置400が映像補間部401および奥行き画像作成部403を備えていることである。

【0077】広視野カメラで撮影された広視野画像5は、画像補間部401へ入力し、画像補間部401により狭視野画像6と画素単位の大きさが一致するように拡大され画素単位一致画像402として奥行き画像作成部403へ出力される。この拡大操作は、通常用いられる線形・二次補間を始めとして、画素間の位置での画素値を推定補間する方法であればどのような補間方法でも用いることができる。

【0078】画素単位一致画像402と狭視野カメラで撮影された狭視野画像6とは奥行き画像作成部403へ入力し、奥行き画像作成部403が両入力画像の各画素が互いに対応する画素位置を求めることにより奥行きを推定し奥行き画像404として出力する。

【0079】この構成により、広い視野の画像と視野の一部について高い解像度の画像とを提供しつつ、視野内の物体のより精細な三次元構造を推定することができる。

【0080】上記説明では三つの実施例それぞれにおいて、カメラとして、視野の広さが異なるカメラとこのカメラに合った間引標本部または画像補間部を利用したものを説明したが、これらの代わりに解像度が異なるカメラとこのカメラに合った間引標本部または画像補間部それぞれを取り替えて利用することも可能である。また視野の広さが異なるカメラと解像度が異なるカメラとを併用し、各カメラから得られる画像の画素単位を合わせる間引標本部または画像補間部を用いることも可能である。

【0081】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、視

野の広さが異なるカメラおよび解像度が異なるカメラの少なくとも一方を用い、これら複数のカメラが出力する画像をステレオ演算のために一致させることにしたので、従来のステレオアルゴリズムを利用しつつ、従来のステレオ法では得ることのできなかった、広い視野と精度のよい奥行きとが推定できると共に、視野の一部については高い解像度の画像を得ることができる三次元構造推定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示すブロック図である。

【図2】本発明の奥行き推定可能範囲の一形態を示す説明図である。

【図3】本発明の第二の実施の形態を示すブロック図である。

【図4】本発明の第三の実施の形態を示すブロック図である。

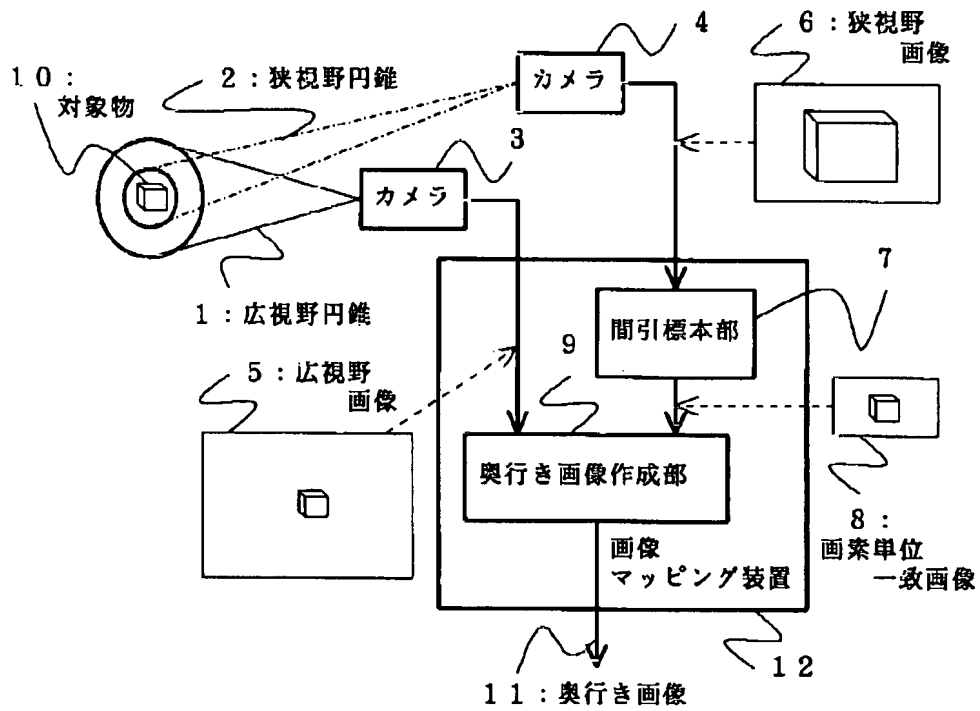
【図5】本発明の間引標本部における画素配置の一形態を示す説明図である。

【図6】従来のステレオ法の一例を示す説明図である。

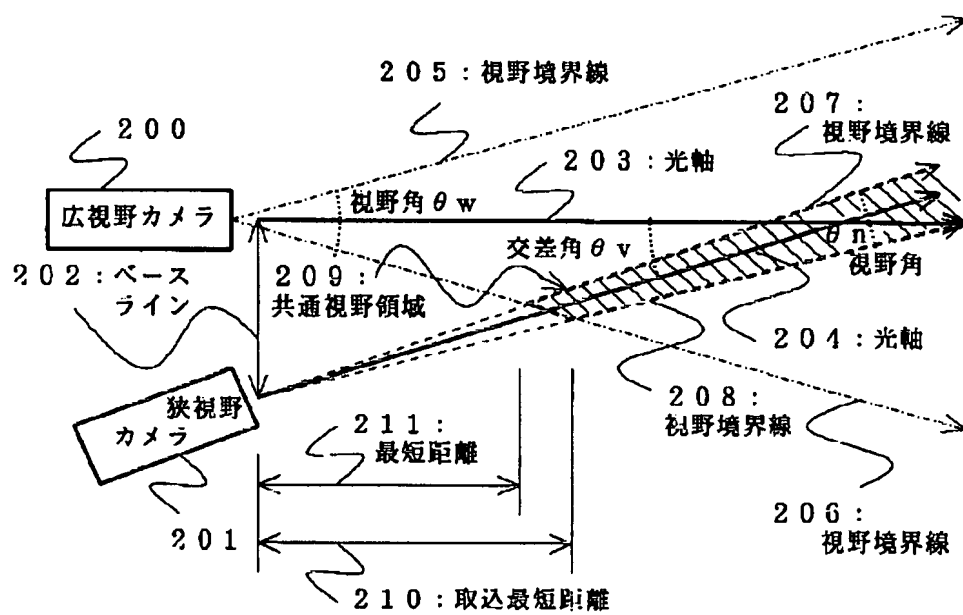
【符号の説明】

- 1 広視野円錐
- 2 狭視野円錐
- 3 カメラ（広視野カメラ）
- 4 カメラ（狭視野カメラ）
- 5 広視野画像
- 6 狭視野画像
- 7 間引標本部
- 8、402 画素単位一致画像
- 9、403 奥行き画像作成部
- 10 対象物
- 11、306、404 奥行き画像
- 12、300、400 画像マッピング装置
- 200 広視野カメラ
- 201 狭視野カメラ
- 202 ベースライン
- 203、204 光軸
- 205、206、207、208 視野境界線
- 209 共通視野領域
- 210 取込最短距離
- 211 最短距離
- 301 間引標本部（少移動複数画像）
- 302 画素単位一致画像群
- 303 奥行き画像群作成部
- 304 奥行き画像群
- 305 奥行き選択画像生成部
- 401 映像補間部

【図1】

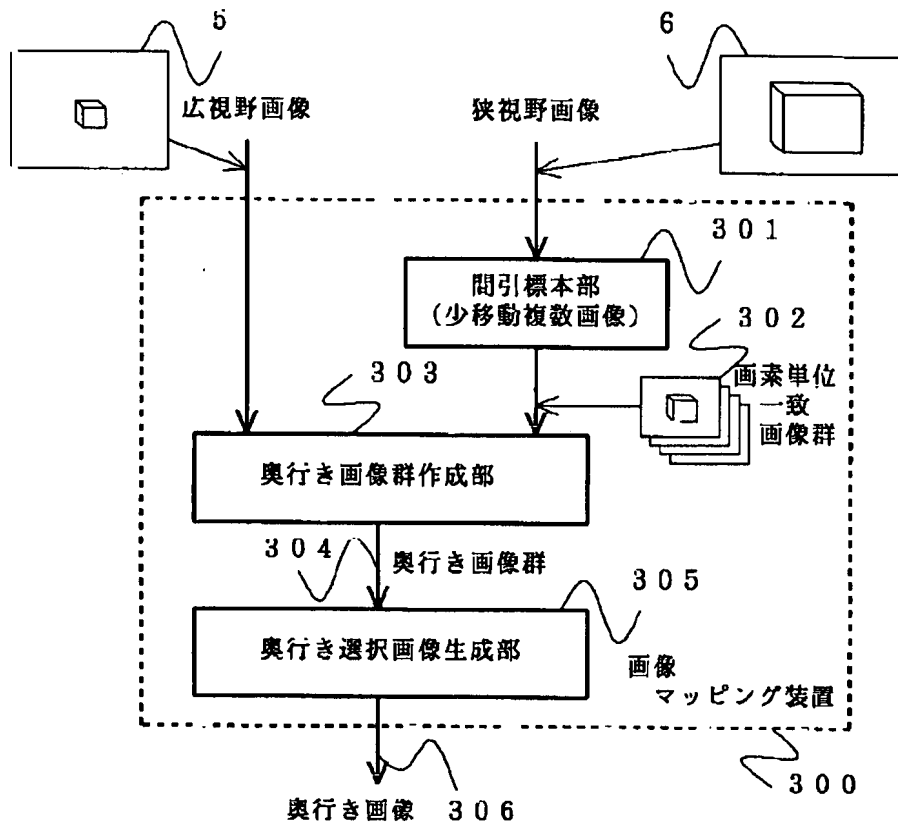


【図2】





【図3】

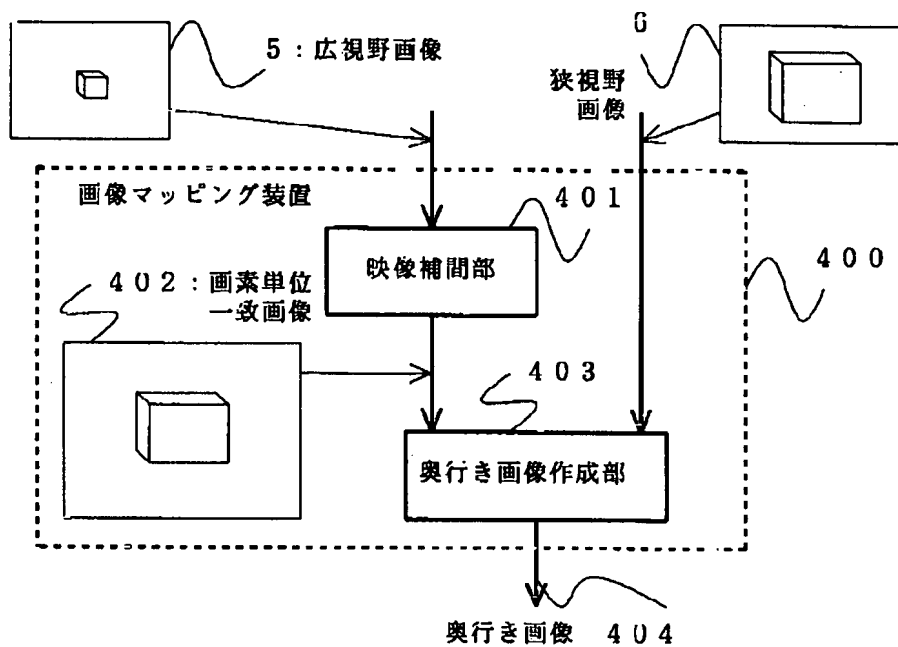


【図5】

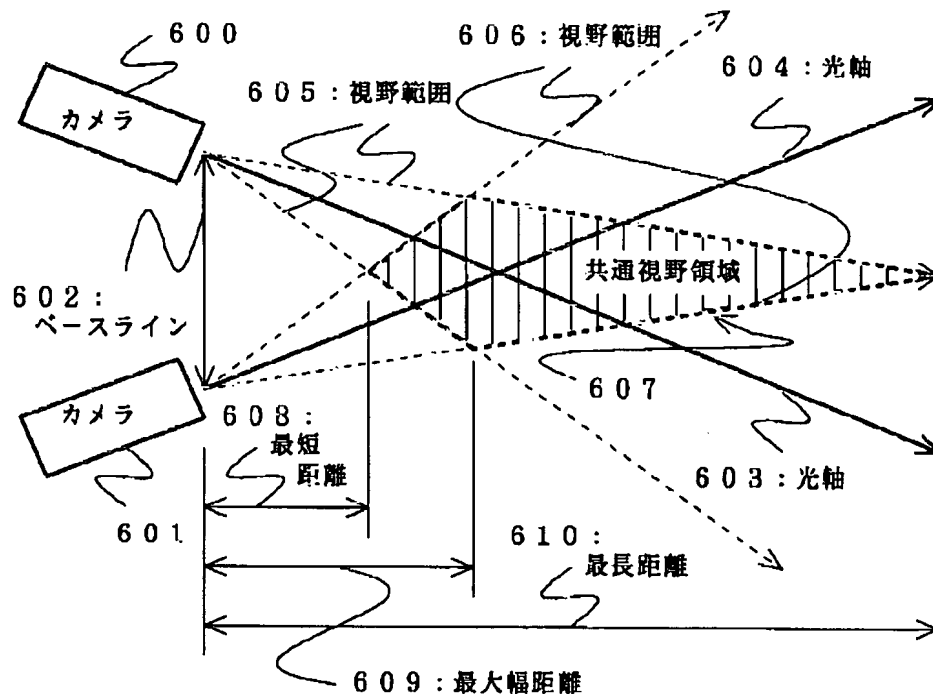
列

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

【図4】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成9年6月9日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0013】2番目としては、複数の反射鏡を使用して時間的または空間的に異なる複数の画像を多重化することによって単一のカメラだけでステレオ法が適用可能になっている構成が挙げられる。この技術としては、W. TeohおよびX. D. Zhangによる「An inexpensive stereoscopic vision system for robots, In Proc. Int. Conf. Robotics, pages 186-189, 1984.」(参照文献6)がある。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0014】また、反射鏡によって二つの位置からの画像を多重化して一つのカメラに入射させる手法としては、例えば、A. GoshtasbyおよびW. A. Gruverによる「Design of a sing

le-lens stereocamera system, Pattern Recognition, 26 (6): 923-937, 1993.」(参照文献7)に記載がある。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0015】3番目としては、広い視野を持つ三次元構造推定装置を構成するために、魚眼レンズを装着したカメラを利用する構成がある。この技術は、例えば、S. ShshおよびJ. K. Aggarwalによる「Depth estimation using stereo fish-eye lenses, In Proc. of IEEE International Conference, pages 3422-3427, Robotics and Automation, 1994.」(参照文献8)に記載されている。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0019】この問題点については、D. H. Ball

ardおよびC. M. Brownによる「Principles of animate vision、C  
VGIP Image Understanding,

56(1):3-21, July 1992.」(参照文献9)で述べられている。